

स्मार्ट होती सड़क अवसंरचना

अधिक संख्या और अच्छी गुणवत्ता वाली सड़कों का आर्थिक विकास और सामाजिक समावेशन में बहुत अधिक महत्त्व रहा है। हाल के तीन दशकों में, सड़कों की गुणवत्ता पर अधिक जोर दिया गया है, जिससे वाहनों की गति में तेजी आई और हर मौसम में कनेक्टिविटी को बढ़ावा मिला है। विभिन्न संगठनात्मक नवाचारों और प्रौद्योगिकियों ने इसे पहले से और अधिक सक्षम बनाया है।

जी रघुराम

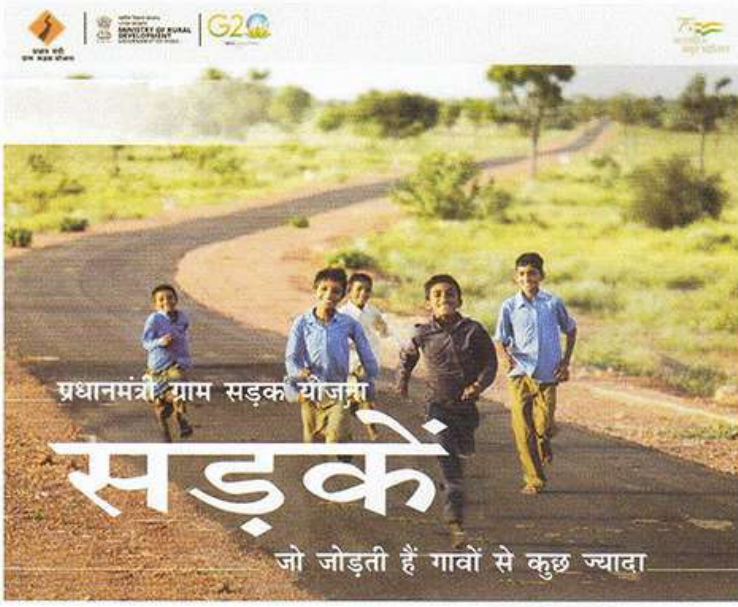
पूर्व निदेशक आईआईएम बंगलुरु, पूर्व डीन आईआईएम अहमदाबाद एवं सलाहकार इंफ्रास्ट्रक्चर विजन फाउंडेशन। ईमेल: graghu@iimb.ac.in

भा रत के सड़क अवसंरचना को छह श्रेणियों में बांटा गया है। तालिका-1 में सड़क परिवहन और राजमार्ग मंत्रालय की 2022-23 की वार्षिक रिपोर्ट में इनमें से हर वर्ग में किलोमीटर में सड़क की लंबाई और 1991 की तुलना में इसकी वार्षिक मिश्रित वृद्धि दर का ब्यौरा दिया गया है। इस रिपोर्ट के अनुसार सड़कों की लंबाई की दृष्टि से विश्व में भारत का स्थान दूसरा है (संयुक्त राज्य अमेरिका का स्थान विश्व में पहले नंबर पर है)। 1991 से 2019 तक कुल सड़क लंबाई की मिश्रित वार्षिक वृद्धि दर

(कम्पाउंडेड एनुअल ग्रोथ रेट) 3.64 प्रतिशत रही है। 1951 और 1991 के बीच सीएजीआर बहुत कम आधार पर 4.50 प्रतिशत था। 1951 में सड़क की कुल लंबाई लगभग 4 लाख कि.मी. थी और 1991 में यह लगभग 23 लाख कि.मी. हो गई। समग्र रूप से देखें तो, हमने पिछले 28 वर्षों में लगभग 40 लाख कि.मी. नई सड़कें बनाई हैं, जबकि पहले के 40 वर्षों में लगभग 19 लाख कि.मी. सड़कों को जोड़ा गया था। पिछले कुछ वर्षों में सड़क अवसंरचना की वृद्धि काफी तेज और परिवर्तनकारी रही है।

तालिका-1

राष्ट्रीय राजमार्ग	राज्य राजमार्ग	जिला सड़कें	ग्रामीण सड़कें	शहरी सड़कें	परियोजना सड़कें	कुल
1,32,499	1,79,535	6,12,778	45,22,228	5,41,544	3,43,163	63,31,757
5.02	1.24	0.66	4.67	3.87	1.77	3.64



और प्रौद्योगिकियों ने इसे पहले से और सक्षम बनाया है।

- **सड़क विकास और प्रत्यक्ष रोजगार को अलग करना:** उदारीकरण तक की अवधि में सड़कों के विकास पर योजनाबद्ध रूप से ध्यान केंद्रित किया गया था। (नागपुर योजना (1943-1963), बम्बई योजना (1961-81), लखनऊ योजना (1981-2001)), यह परियोजनाएं प्रत्यक्ष रोजगार सृजन से भी जुड़ी थीं। इनके निर्माण में ऐसे तरीके अपनाये गए जिसमें श्रम की ज्यादा भूमिका थी और गुणवत्ता की तरफ कम ध्यान गया था। 1990 के दशक के उत्तरार्द्ध में इस मानसिकता में बदलाव आया और सड़क निर्माण के लिए उच्च प्रौद्योगिकी वाले उपकरण इस्तेमाल किये जाने लगे।
- **भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण (एनएचआई) का निर्माण:** राष्ट्रीय राजमार्ग (एनएच) के विकास में तेजी लेने के उद्देश्य से फरवरी 1995 में भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण की शुरुआत की गई। यह हमेशा कहा जाता था कि भारत की 2 प्रतिशत सड़कों (अनिवार्य रूप से एनएच) पर 40 प्रतिशत यातायात होता है। भारतीय राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण से पहले, राष्ट्रीय, राजमार्ग के विकास और रखरखाव के लिए केंद्र वित्तीय सहायता देता था और इसकी जिम्मेदारी राज्य की होती थी।
- **सार्वजनिक-निजी क्षेत्र की भागीदारी (पीपीपी):** 1996 में ही एनएचआई के शुरुआती दिनों के दौरान, इस पर विचार किया जाने लगा था। प्रारंभिक रियायत समझौते (सीए) सरकार के अनुरूप थे, निजी क्षेत्र के लिए इस क्षेत्र में वित्तपोषण, निर्माण एवं संचालन और रखरखाव के लिए प्रवेश करना मुश्किल था। उस समय यदि पीपीपी के तहत निर्माण किया भी गया तो वो बाईपास और ओवर ब्रिज जैसे छोटे खंडों के लिए किया गया जहां यातायात जोखिम कम थे।
- **राज्य-स्तरीय सड़क विकास निगमों का निर्माण:** जैसे ही एनएचआई सक्रिय हुआ, कई राज्यों ने अपने अधीन सड़क विकास के लिए लोक निर्माण विभाग की तुलना में बेहतर संगठनात्मक संस्थानों के गठन

राष्ट्रीय राजमार्ग का कम्पाउंडेड एनुअल ग्रोथ रेट (सीएजीआर) 1991 के बाद सबसे अधिक 5.02 प्रतिशत रहा है, इसके बाद ग्रामीण सड़कों का 4.67 प्रतिशत रहा है। 2019 के बाद, अन्य और सड़कों, विशेष रूप से राज्य राजमार्गों को अपग्रेड करके राष्ट्रीय राजमार्ग के रूप में पुनर्वर्गीकृत किया गया। 31 मार्च 2023 तक राष्ट्रीय राजमार्ग 1,44,955 कि.मी. और राज्य राजमार्ग 1,67,079 कि.मी. हो गए हैं। 2011 से अब तक राष्ट्रीय राजमार्ग की लंबाई दोगुनी हो गई है।

दूसरी ओर, प्रधानमंत्री ग्राम सड़क योजना (पीएमजीएसवाई) के माध्यम से ग्रामीण क्षेत्रों में हर मौसम को झेलने वाली सड़कों का निर्माण करके कनेक्टिविटी पर विशेष ध्यान दिया गया है। यह परियोजना 2001 में शुरू की गई थी और इस योजना ने कठिन जगहों तक पहुंच को आसान बनाया और विकास में प्रमुख भूमिका निभाई है। भारत में कुल सड़क लंबाई का 70 प्रतिशत से अधिक हिस्सा ग्रामीण सड़कों का है।

इस प्रकार, मात्रा और गुणवत्ता दोनों की दृष्टि से सड़कें, आर्थिक विकास और सामाजिक समावेशन के लिए एक महत्वपूर्ण चालक रही हैं। हाल के तीन दशकों में, गुणवत्ता पर अधिक जोर दिया गया है, जिससे बेहतर गति और हर मौसम में कनेक्टिविटी को बढ़ावा मिला है। विभिन्न संगठनात्मक नवाचारों

वर्ष (31 मार्च तक)	राष्ट्रीय राजमार्गों की लंबाई (कि.मी.)	वर्ष (31 मार्च तक)	राष्ट्रीय राजमार्गों की लंबाई (कि.मी.)
2011	70,934	2017	1,14,158
2012	76,818	2018	1,26,350
2013	79,116	2019	1,32,500
2014	91,287	2020	1,32,500
2015	97,991	2021	1,38,376
2016	1,01,011	2022	1,41,345
		2023	1,44,955



के बारे में सोचना शुरू कर दिया। महाराष्ट्र ऐसा पहला राज्य था जिसने अगस्त 1996 में महाराष्ट्र राज्य सड़क विकास निगम लिमिटेड की स्थापना की। मुंबई-पुणे एक्सप्रेसवे महाराष्ट्र राज्य सड़क विकास निगम लिमिटेड द्वारा विकसित किया गया था। अगले दशक में अन्य राज्यों ने भी इसका अनुसरण किया। जहां संभव हो सका वहां इन निगमों ने पीपीपी को बढ़ावा दिया। कुछ राज्य एक्सप्रेसवे-मानक सड़कें भी विकसित कर रहे हैं। उत्तर प्रदेश इसमें अग्रणी है।

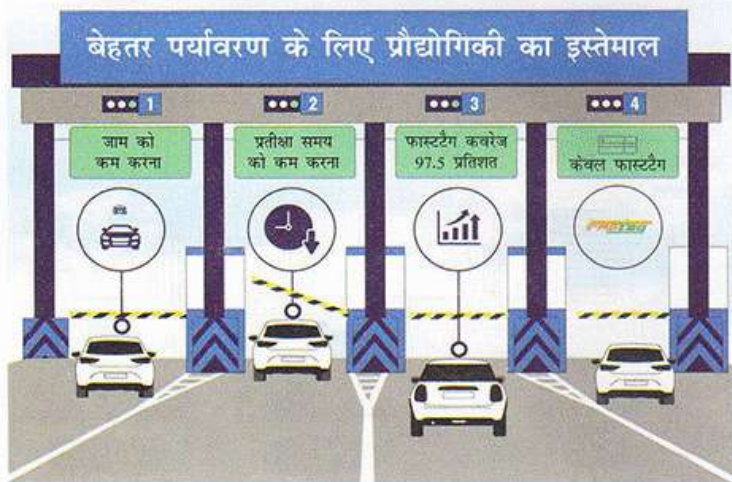
- **राष्ट्रीय राजमार्ग विकास परियोजना (एनएचडीपी) की शुरुआत:** यह परियोजना 1998 में एनएचएआई के तहत शुरू की गई थी और परिणामस्वरूप इसे सात चरणों तक बढ़ाया गया, जिसमें कुल 49,260 कि.मी. की लंबाई

शामिल थी, इसके तहत उस समय की संपूर्ण राष्ट्रीय राजमार्ग प्रणाली पर ध्यान केंद्रित किया गया था। पहले चरण में चार प्रमुख मेट्रो शहरों को आपस में जोड़ने वाला चार लेन का स्वर्णिम चतुर्भुज था। दूसरा चरण चार लेन का था, जो देश के दूरस्थ जगहों तक उत्तर-दक्षिण और पूर्व-पश्चिम गलियारों को जोड़ता था। इस बारे में एक दिलचस्प कहानी है कि कैसे चरण-1 और चरण-2 दोनों की घोषणा एक साथ की गई। जबकि मूल योजना में केवल पहले चरण की घोषणा ही की जानी थी। तत्कालीन प्रधानमंत्री अटल जी ने अपनी काव्यात्मक शैली में परियोजना की घोषणा करते हुए कहा था कि एनएचडीपी “कश्मीर से कन्याकुमारी और सौराष्ट्र से सिलचर” को कनेक्ट करेगा। जबकि प्रारम्भ में स्वर्णिम चतुर्भुज (जीक्यू) पर ध्यान दिया गया था, जिसमें बहुत अधिक ट्रैफिक था। इस प्रकार, चरण 2 की भी घोषणा साथ ही की गई। 2018 में अधिकांश एनएचडीपी परियोजनाएं पूरी हो जाने के बाद, शेष कार्यों को उससे बड़ी परियोजना भारतमाला के अंतर्गत शामिल कर लिया गया।

- **प्रधान मंत्री ग्राम सड़क योजना (पीएमजीएसवाई) के माध्यम से ग्रामीण सड़कों पर ध्यान देना:** यह भारत में सबसे सफल परियोजनाओं में से एक रही है। इसके तीन कारण हो सकते हैं: (i) वस्तुनिष्ठ मानदंडों के आधार पर कनेक्टिविटी के लिए गांवों का चयन; (ii) विश्व बैंक सहित स्वतंत्र एजेंसियों की निगरानी; और (iii) परियोजना को सड़क परिवहन और राजमार्ग मंत्रालय (आपूर्ति पक्ष) के बजाय ग्रामीण विकास मंत्रालय (मांग करने वाले पक्ष) के अधीन रखना। ऐसे राज्य जो ग्रामीण सड़कों का तेजी से विकास चाहते हैं उन राज्यों ने पीएमजीएसवाई की तर्ज



PMSTAG कार्बन फुटप्रिंट को कम करता है



पर मुख्यमंत्री ग्राम सड़क योजना (एमएमजीएसवाई) जैसी परियोजनाएं भी शुरू कीं। पीएमजीएसवाई ने सड़कों के रखरखाव के लिए राज्य की भागीदारी भी शुरू कर दी है। ग्रामीण सड़कों में रुचि को देखते हुए, 'अन्य जिला सड़कों (ओडीआर)' के पहले वर्गीकरण को 2016 से ग्रामीण सड़कों के साथ मिला दिया गया।

- **व्यवहार्यता अंतर वित्त पोषण योजना (वायबिलिटी गैप फंडिंग) प्रदान करना:** एनएचडीपी के शुरुआती चरणों के दौरान पीपीपी का लाभ उठाने वाला दृष्टिकोण रखा गया था। उच्च जोखिम धारणाओं के कारण चरण-1 शुरू होने के बाद भी निजी और सरकारी कंपनियां स्वर्णिम चतुर्भुज के लिए शायद ही आगे आ रही थीं। एनएचएआई ने सड़क उपकरण की सहायता से, अधिकांश काम पारंपरिक अनुबंध के जरिये करने का निर्णय लिया। इस बीच, पीपीपी के तहत काम करने वाले ठेकेदारों सहित अन्य हितधारकों के साथ चर्चा के आधार पर, वीजीएफ प्रदान करके जोखिमों को कम करने का विचार सामने आया। वास्तव में, यह परियोजना लागत के 40 प्रतिशत की सीमा के साथ बोली लगाने का मानदंड था। इससे बोलीदाताओं में रुचि पैदा हुई और चरण-1 के बाद कई परियोजनाएं पीपीपी के माध्यम से पूरी की गईं। तब से वीजीएफ को अन्य बुनियादी ढांचा क्षेत्रों में इस्तेमाल किया गया।
- **मॉडल रियायत समझौते (एमसीए) का विकास:** सड़क क्षेत्र के लिए पहला एमसीए 2000 में लाया गया था। वीजीएफ के अलावा, निरंतर सुधार की भावना के साथ पीपीपी के तहत काम करने वाली संस्थाओं और प्राधिकरण के बीच जोखिम के बेहतर आवंटन के कई अन्य पहलुओं पर 10 वर्षों में विचार किया गया था। इनमें (i) नकारात्मक अनुदान पर राजस्व हिस्सेदारी, (ii) जितनी जरूरत है उसके 80 प्रतिशत की सीमा तक स्थल सौंपना, (iii) मामले दर मामले दृष्टिकोण पर सर्वग्राही द्विपक्षीय राज्य समर्थन समझौता, (iv) भारतीय सड़क कांग्रेस (आईआरसी) दिशानिर्देशों से परे विशिष्टताएं और मानक, (v) निर्लंबित खाते के माध्यम से ऋणदाताओं को सुरक्षा, (vi) एक स्वतंत्र इंजीनियर द्वारा पर्यवेक्षण, (vii) रियायत की अवधि के दौरान दायरे में बदलाव, (viii) पाबन्दी की अवधि में स्वामित्व में बदलाव, (ix) रखरखाव करार का उल्लंघन, (x) यातायात वृद्धि के मामलों में उतार-चढ़ाव दोनों में विभिन्नता, (xi) ओवरलोडिंग विनियमन और (xii) अनुबंध समाप्त करने जैसे मुद्दे शामिल हैं।
- **एक्सप्रेसवे पर फोकस:** तेज और सुव्यवस्थित आवाजाही के लिए पहला पहुंच - नियंत्रित एक्सप्रेसवे

2002 में मुंबई और पुणे के बीच खोला गया था। हालांकि एक्सप्रेसवे का निर्माण धीमी गति से शुरू हुआ था, लेकिन पिछले 10 वर्षों में इसमें तेजी आई है। अगस्त 2023 तक, भारत में लगभग 5000 कि.मी. एक्सप्रेसवे परिचालन में हैं, जबकि अन्य 9000 कि.मी. निर्माणाधीन हैं और 20,000 कि.मी. एक्सप्रेसवे के प्रस्ताव विचाराधीन हैं।

- **नए अनुबंध मॉडल और परिसंपत्ति मुद्रीकरण:** इंजीनियरिंग, खरीद और निर्माण (ईपीसी) या पीपीपी के माध्यम से निर्माण, संचालन और स्थानांतरण (बीओटी), हाइब्रिड वार्षिकी मॉडल (एचएएम) और टोल के अलावा, ऑपरेट और ट्रांसफर (टीओटी) पिछले एक दशक में स्वीकार्य ऑपरेटिंग मॉडल के रूप में उभरे हैं। एचएएम में, निजी संस्थाओं के लिए बेहतर जोखिम आवंटन है, जिसे टोल राजस्व को आघात लगाए बिना, सड़क का निर्माण और संचालन करना होगा। इसके अलावा, पूंजीगत लागत का 40 प्रतिशत प्राधिकरण द्वारा प्रदान किया जाता है। शेष 60 प्रतिशत का भुगतान निजी कंपनियों को 30 वर्षों में छमाही किस्त में किया जाता है। टीओटी मॉडल में, निजी कंपनी को रियायती अवधि के दौरान टोल संग्रह और रखरखाव के लिए एक निर्मित सड़क की पेशकश की जाती है। निर्मित सड़कों के मुद्रीकरण को सक्षम करने के लिए, इन्फ्रास्ट्रक्चर इन्वेस्टमेंट ट्रस्ट को क्रियान्वित किया गया।
- **केन्द्रित संगठन:** एनएचएआई के अलावा, विशिष्ट उद्देश्यों के लिए अन्य संगठनों का गठन किया गया। दिसंबर 2012 में, इलेक्ट्रॉनिक टोलिंग (टोल संग्रह) के लिए भारतीय राजमार्ग प्रबंधन कंपनी लिमिटेड (आईएचएमसीएल) की स्थापना की गई थी। इसके बाद राष्ट्रीय राजमार्ग और बुनियादी ढांचा विकास निगम लिमिटेड (एनएचआईडीसीएल) ने सीमावर्ती राज्यों में सड़क विकास परियोजनाओं को पूरा किया। नेशनल हाईवे लॉजिस्टिक्स मैनेजमेंट लिमिटेड (एनएचएलएमएल) की स्थापना 2020 में मल्टी मॉडल लॉजिस्टिक्स पार्क (एमएमएलपी) और पहली/अंतिम मील पोर्ट कनेक्टिविटी परियोजनाओं को विकसित करने के लिए की गई थी।



- **सड़क बनाने वाली प्रौद्योगिकियां:** जैसे ही एनएचडीपी शुरू हुई, खरीद को आसान बनाने के लिए सड़क बनाने वाले उपकरणों के आयात को ओपन जनरल लाइसेंस (पूर्व अनुमति के बिना आयात) के तहत लाया गया। प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के माध्यम से ऐसे उपकरणों के निर्माण को भी प्रोत्साहित किया गया। स्वर्णिम चतुर्भुज निविदाओं के लिए बोली लगाने वालों को एक भारतीय और एक विदेशी कंपनी के संघ में होना आवश्यक है, ताकि अन्य देशों से सीख ली जा सके। तब से यह अनिवार्य नहीं रहा है। इन वर्षों में, हमने कम लागत पर बेहतर पुलों का निर्माण और पहाड़ों, पर्यावरण की दृष्टि से संवेदनशील क्षेत्रों में सुरंग बनाना और तेजी से सड़क (समृद्धि एक्सप्रेसवे में रिकॉर्ड स्थापित करने सहित) बनाना सीखा है। निर्माण के लिए जहां भी स्वीकार्य होता है वहां नई और पर्यावरण की दृष्टि से अनुकूल सामग्रियों का प्रयोग किया जा रहा है।

- **इलेक्ट्रॉनिक टोल संग्रह (ईटीसी):** देश भर में टोल प्लाजा की संख्या तेजी से बढ़ रही है लिहाजा टोल संग्रह में लगने वाले समय और प्रतीक्षा को कम करने के लिए ईटीसी लाना अनिवार्य हो गया था। शुरू में ईटीसी के इस्तेमाल की शुरुआत काफी कम रही, 31 मार्च, 2017 तक इसका इस्तेमाल 5 प्रतिशत तक किया जा रहा था लेकिन 31 मार्च, 2022 तक ईटीसी की संख्या 96 प्रतिशत तक पहुंच गई। 2021-22 के दौरान ईटीसी के जरिये प्रतिदिन औसतन 55 लाख लेनदेन हुए और संग्रह की राशि 90 करोड़ रुपये रही। इसमें प्रति लेनदेन की राशि औसतन 160 रुपये से थोड़ा अधिक थी। विकसित देशों की तरह इलेक्ट्रॉनिक भुगतान की इस तकनीक को और विकसित करना होगा, जिससे टोल के लिए वाहनों को धीमा करने की आवश्यकता नहीं पड़े और अधिकतम गति के साथ चलते हुए भी टोल का भुगतान किया जा सके।

हालांकि उपरोक्त उपायों ने देश में सड़क विकास को सुविधाजनक बनाया है, फिर भी अभी कई और चुनौतियां हैं।

- **सुरक्षा के बेहतर उपायों पर फोकस:** सड़क डिजाइन और निर्माण की चली आ रही पद्धति हमारी असुरक्षित सड़कों की सबसे बड़ी वजह हैं, इससे किसी देश में कई लोगों की जान चली जाती है। हालांकि हम सड़क पर तेज गति से चलना चाहते हैं, लेकिन सड़कों के डिजाइन और निर्माण उसके अनुसार नहीं है। उदाहरण के लिए, दाएं मुड़ने के लिए शायद ही कोई बफर लेन होती है, जिससे ट्रैफिक को दूसरी तरफ से आ रहे ट्रैफिक का इंतजार करने में मदद मिलती है। निकास और प्रवेश द्वारों में बफर लेन नहीं हैं, जिससे वाहन को आसानी से मोड़ा जा सके। क्षतिग्रस्त होने पर क्रैश बैरियर को सुधारने और उसे तत्काल बदलने

की आवश्यकता होती है। निर्माण के दौरान यातायात दूसरी तरफ मोड़ने (डायवर्जन) के लिए बनाई गई सड़कें खराब गुणवत्ता की हैं, जिससे वाहनों की गति धीमे होने के कारण जाम लग जाता है। सड़क उपयोगकर्ता को उनकी ड्राइविंग गति में बदलाव के लिए वैज्ञानिक दृष्टि से उपयुक्त साइन बोर्ड नहीं लगे होते हैं। और इसी तरह वाहन उपयोगकर्ता की सहूलियत और अपेक्षाओं के अनुरूप सड़क के किनारे पार्किंग की व्यवस्था नहीं होती है।

- **शहरी सड़कें:** जहां लंबी दूरी और ग्रामीण सड़कों पर ध्यान दिया जा रहा है, वहीं शहरी सड़कों पर उतना ध्यान नहीं दिया जा रहा है। इसके परिणामस्वरूप शहरी क्षेत्रों में जाम लग जाता है और सड़कों पर वाहन की गति धीमी हो जाती है, जिससे समय की काफी बर्बादी होती है। इसके अलावा, शहरी माल ढोने वाले वाहनों के साथ खराब व्यवहार किया जाता है। शहरों में पार्किंग एक महत्वपूर्ण मसला है। शहरी सार्वजनिक परिवहन के साथ भी उचित समन्वय स्थापित करने की जरूरत है।

- **लेन किलोमीटर बनाम सड़क किलोमीटर:** जैसे-जैसे अधिक से अधिक बहु-लेन सड़कों का निर्माण होता है, सड़क किलोमीटर के बजाय लेन किलोमीटर पर ध्यान देना ज्यादा महत्वपूर्ण है। इससे न केवल पहुंचने में बल्कि वहां की क्षमता को भी नियंत्रित किया जा सकेगा। सड़क उपयोगकर्ताओं की सहूलियत के लिए और उन्हें सही जानकारी देने के लिए मानचित्रों में लेन की संख्या की जानकारी भी दी जानी चाहिए ताकि सड़क के उपयोगकर्ता सही लेन का चुनाव कर सकें।

- **उद्गम से गंतव्य तक (ओडी) डाटा:** सड़क नेटवर्क के विकास की भविष्य की योजना के आलावा, ट्रैफिक विनियमन की भी जरूरत पड़ने पर उद्गम से गंतव्य तक यातायात प्रवाह का आंकड़ा महत्वपूर्ण है। इन आंकड़ों को ईटीसी से जोड़ा जा सकता है।

- **निजी और सरकारी कंपनियों के साथ बेहतर तालमेल:** निजी और सरकारी कंपनियों और प्राधिकरण के बीच विवादों के कारण काफी समय और ऊर्जा बर्बाद होती है। कई बार इसका दुष्परिणाम सड़क का उपयोग करने वालों को भुगतान पड़ता है। जैसे दो-लेन वाले राजमार्ग को चार-लेन में बदलने के लिए अनुबंध संबंधी विवादों के कारण काम शुरू नहीं हो पाता और इससे परियोजनाओं में देरी होती है, जिससे उपयोगकर्ता को काफी असुविधाओं का सामना करना पड़ता है।

देश में सड़क बुनियादी ढांचे पर अब काफी जोर दिया गया है, इसे देखते हुए, हम उम्मीद करते हैं कि इस में आने वाली चुनौतियों का समाधान खोज सकें और विकास की गति को तेज बनाया जा सके। □